

Untersuchung der zementfesten Haftung von Wurzelstiften bei auto-alloplastischer Zahnplantation

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Zahnheilkunde
des Fachbereichs Humanmedizin
der Justus-Liebig-Universität Giessen

vorgelegt von Zahnarzt

THOMAS OUZOUNIS

aus Weilburg
Gießen 2003

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
édition scientifique

ISBN 3-89687-696-1

Untersuchung der zementfesten Haftung von Wurzelstiften bei auto- alloplastischer Zahnplantation

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde
des Fachbereichs Humanmedizin
der Justus-Liebig-Universität Giessen

vorgelegt von Zahnarzt Thomas Ouzounis
aus Weilburg

Giessen 2003

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Univ. – Professor em. Dr. med. dent. H. Kirschner
des Klinikums der Justus-Liebig-Universität Giessen

Betreuer: Dr. Pohl

Gutachter: Prof. Dr. Kirschner

Gutachter: Prof. Dr. Schnettler

Tag der Disputation: 27. Juli 2004

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	1
2. MATERIAL UND METHODE	8
2.1 Klinische Studie	8
2.2 Auszugsversuche	8
2.2.1 Systematik	8
2.2.2 Vorversuche	10
2.2.3 Hauptversuche	11
2.2.3.1 Untersuchungsgut	11
2.2.3.2 Zementarten	11
2.2.3.3 Titanstift	12
2.2.3.4 Versuchsgruppen	12
2.2.3.5 Auszugsparemeter	12
2.2.3.6 Zementhaftung am Stift	13
2.3 Statistik	13
3. ERGEBNISSE	14
3.1 Klinische Studie	14
3.2 Auszugsversuche	15
3.2.1 Sealapex – glatter Titanstift	15
3.2.2 Sealapex – angerauhter Titanstift	16
3.2.3 Fixodont – glatter Titanstift	17
3.2.4 Fixodont – angerauhter Titanstift	17
3.2.5 Diaket – glatter Titanstift	18
3.2.6 Diaket – angerauhter Titanstift	18
3.2.7 Ketac-Endo – glatter Titanstift	19
3.2.8 Ketac-Endo – angerauhter Titanstift	19
3.2.9 Zusammenfassende Darstellung	20
4. DISKUSSION	23
5. ZUSAMMENFASSUNG	30
6. LITERATURVERZEICHNIS	32

1. Einleitung

Die Plantation von Zähnen ist ein bereits in der Antike angewandtes Behandlungsverfahren. Zähne waren wahrscheinlich die ersten menschlichen Organe, die re- oder transplantiert wurden. Archäologische Funde lassen Zahnplantationen in Europa bis in die griechisch-römische Zeit, in Amerika bis in die vorkolumbianische Epoche datieren (KUSEK 1965). Erste schriftliche Aufzeichnungen über Zahntransplantationen in der Neuzeit stammen von Ambroise Paré aus dem Jahre 1594. Im Zeitraum von 1594 bis 1934 liegen 78 Veröffentlichungen vor (PAPE 1976).

Exakte wissenschaftliche Erkenntnisse zur Plantation von Zähnen wurden im 20. Jahrhundert erarbeitet. Zellphysiologische Grundlagen für eine erfolgreiche Plantation stammen in den dreißiger Jahren von Axhausen (AXHAUSEN 1937, AXHAUSEN 1948) und Hammer (HAMMER 1937, HAMMER 1950) sowie aktuelle Forschungsberichte aus den sechziger Jahren von Andreasen (ANDREASEN 1966a, ANDREASEN 1970). Neue Experimentalstudien tragen dazu bei, daß die autologe bzw. auto-alloplastische Plantation (KIRSCHNER et al. 1978) an klinischer Bedeutung gewinnt. Verbesserte Verfahren bieten Voraussetzungen für den dauerhaften Erhalt plantierter Zähne.

Wesentliche Ursachen für Zahnverletzungen und daraus resultierende Zahnplantationen sind zunehmende Verkehrsdichte, vermehrte Freizeitaktivitäten aber auch Gewaltdelikte. Epidemiologische Untersuchungen weisen national und international einen drastischen Anstieg von Frontzahnverletzungen auf. Nach aktuellen Mitteilungen haben etwa 20 bis 35 Prozent der Kinder und Jugendlichen bis zum Alter von 16 Jahren nachweisbar Zahnunfälle erlitten (ANDREASEN 1994, KIRSCHNER 1992). Besonders häufig sind die oberen Frontzähne betroffen, weil sie exponiert stehen und nur unvollständig durch Weichgewebe geschützt sind. Die mittleren Schneidezähne des Oberkiefers sind mit circa 80 Prozent am häufigsten traumatisiert (ANDREASEN 1966a, LENSTRUP 1959).

Zahntraumata sind nach einer Querschnittsstudie in Deutschland als Ursache für 1,3 Prozent der Zahnverluste verantwortlich (IDZ 1995). Bei jährlich etwa 11 bis 12 Millionen

entfernten Zähnen im Jahr (KZBV 1995) ergibt sich eine Anzahl von etwa 150000 traumabedingten Zahnverlusten.

Unfallbedingter Verlust bleibender Zähne ist insbesondere bei Kindern und Jugendlichen problematisch. Gehen Zähne frühzeitig verloren, muß mit Involution von Alveolarknochen und Gingiva und dem Verlust der Platzhalterfunktion gerechnet werden. Übliche Therapien zum Ersatz verlorener Zähne sind bei Kindern und Jugendlichen meist nicht möglich oder komplikationsbehaftet. Eine spätere Behandlung ist bei Verlust von Alveolarknochen und Gingiva erheblich erschwert. Der Erhalt eigener Zähne ist daher von großer Wichtigkeit. Die Replantation unfallbedingt geschädigter Zähne ist von großer Bedeutung (ANDREASEN 1994, KIRSCHNER 1996, KIRSCHNER 2002).

Die Transplantation von Zähnen stellt eine Behandlungsalternative in vielen klinischen Situationen dar. Neben traumabedingtem Zahnverlust sind unter anderem Nichtanlagen, Mißbildungen von Zähnen sowie endodontische und parodontale Komplikationen weitere Indikationen zur autologen Zahntransplantation (ANDREASEN 1990, FILIPPI 1998, KIRSCHNER 2002, PAULSEN 1995, POHL 2001, SLAGSVOLD 1974, SLAGSVOLD 1978a, SLAGSVOLD 1978b).

Der Erfolg nach Re- oder Transplantation von Zähnen wird bestimmt durch die Heilung von Pulpa und Parodont. Die Trennung des Zahnes vom Organismus bedeutet den Verlust der Gefäßanbindung sowie - vor allem abhängig von Art und Dauer der extraoralen Aufbewahrung - eine Schädigung der hochdifferenzierten Pulpa- bzw. Parodontalzellen.

Für die langfristige Prognose ist die parodontale Heilung massgebend. Quetschungen im Desmodont, z.B. bei Avulsion, aber auch bei Extraktion als Vorbereitung zu intentionaler Plantation führen zu begrenztem Zelluntergang. Hinzu addieren sich Zellschäden durch Aufbewahren in inadäquaten Medien während extraoraler Phase. Nach 60 Minuten trockener Lagerung sind die meisten Parodontalzellen abgestorben (SÖDER 1977). Allerdings verlieren schon nach wenigen Minuten trockener Aufbewahrung so viele Parodontalzellen ihre Vitalität, daß eine funktionelle Heilung nach Plantation nur im Ausnahmefall möglich ist (ANDREASEN 1994, ANDREASEN 1995a, ANDREASEN

1995c). Äußerst ungünstig ist ebenfalls das Aufbewahren in Leitungswasser, wenig besser das in Speichel im Mund des Patienten oder von Begleitpersonen. Empfehlenswerter erscheint dagegen der Transport in isotoner Kochsalzlösung oder in Sterilmilch (BLOMLÖF 1981b, BLOMLÖF 1981a, BLOMLÖF 1983).

Der Zelluntergang von Parodontalzellen ist in den letztgenannten Medien verlangsamt, aber unvermeidbar. Neueste klinische Untersuchungen eigener Patienten zeigen, daß auch kurzzeitiges Aufbewahren in diesen Medien von bis zu etwa einer Stunde regelmäßig zu Heilungskomplikationen (Ersatzresorption) führt (ANDREASEN 1995c, POHL 1999, POHL 2003b, POHL 2003c, POHL 2003d). Dagegen wird selbst nach zweitägiger Lagerung in der Zahnrettungsbox (Dentosafe, Medice, Iserlohn, Deutschland) funktionelle Heilung beobachtet (POHL 1999, POHL 2003b, POHL 2003c, POHL 2003d). Die Zahnrettungsbox (KIRSCHNER 1992) enthält ein speziell abgestimmtes Zellnährmedium, das nach experimentellen Untersuchungen den Parodontalzellen Vitalität und Proliferationsfähigkeit über bis zu 54 Stunden Lagerungsdauer bei Zimmertemperatur erhält (POHL 1994b, POHL 1999). Die Rettungsbox ist über 3 Jahre bei Zimmertemperatur haltbar; sie sollte an Unfallschwerpunkten (Schulen, Kindergärten, Sportstätten, Schwimmbäder, Haushalten mit Kindern, Rettungsdienst, Zahnarztpraxen, Kliniken) vorrätig gehalten werden.

Bei kleinflächiger Schädigung der Wurzeloberfläche erfolgt initiale Resorption nekrotischen Gewebes. Die Resorptionen können bis in das Dentin reichen. Die geschädigten Bereiche werden durch einwandernde Zementoblasten aus der Nachbarschaft besiedelt, die die Resorptionslakunen mit neugebildetem Zement auskleiden. Hingegen führt eine größerflächige Verletzung der Wurzeloberfläche zu einer nicht reversiblen und meist progressiven Resorption der Wurzel. Osteoklasten resorbieren Zement und Dentin, Osteoblasten ersetzen das resorbierte Zahngewebe durch Knochen (Ersatzresorption). Je größer die Bezirke mit zerstörtem Parodontalgewebe, desto schneller die Resorption (ANDREASEN 1981a).

Die Heilung von Pulpa erfordert differenzierte Betrachtung. Bei wurzelunreifen plantierten Zähnen besteht die Möglichkeit der Revaskularisation des Pulpagewebes. Diese ist abhängig von der Weite des Foramen apicale und der Länge der Pulpa. Nach Avulsion mit (meist) unphysiologischem Aufbewahren und Replantation wurzel unreifer Zähne ist dies in zehn bis 40 Prozent der Fälle zu erwarten. Der überwiegende Anteil der Replanteate entwickelt Pulpanekrose (ANDREASEN 1995). Für wurzelreifere Zähne (Durchmesser Foramen apicale $< 1,3\text{mm}$) bestehen keine Aussichten auf Revaskularisation (ANDREASEN 1995b).

Das nekrotische Pulpagewebe wird von Mikroorganismen besiedelt, die sofort die leere Alveole kontaminieren und über das Foramen apicale in den Wurzelkanal eindringen. Eröffnen initiale Oberflächen- oder Ersatzresorptionen Dentinkanälchen von parodontaler Seite, erreichen Bakterien bzw. deren Toxine auf diesem Weg das Parodont. Im Rahmen der Infektabwehr kommt es zu einer ausgeprägten Entzündungsantwort des umgebenden Gewebes. Fulminante Einschmelzungen von Knochen und Zahnschmelze (infektionsbedingte Resorption) führen in kurzer Zeit zu Zahnverlust. Bereits etwa drei Wochen nach Plantation sind die Resorptionen so weit fortgeschritten, daß Zahnerhalt kaum mehr möglich ist. Rechtzeitige endodontische Therapie ist erforderlich (ANDREASEN 1994).

Konventionelle endodontische Behandlung nach Plantation ist technisch höchst schwierig (ANDREASEN 1992) und zeitlich sehr aufwendig. Allein für die endodontische Behandlung eines traumatisierten Zahnes müssen im Durchschnitt mehr als zwei Stunden und vier Behandlungstermine angesetzt werden (GLENDOR 1998). Die Dauer der zahnärztlichen Behandlung nach einem Zahntrauma beträgt nur 16 Prozent der Zeit, die der Patient insgesamt aufwenden muß (GLENDOR 2000). Die Schwierigkeit der konventionellen endodontischen Behandlung liegt darin, nekrotisches Gewebe vollständig aus dem Wurzelkanal zu entfernen und eine adäquate wandständige Wurzelkanalfüllung über die ganze Länge des Wurzelkanals zu erreichen. Belassenes Gewebe führt zu Rezidiven von Parodontitis apicalis und infektionsbedingter Resorption (ANDREASEN 1966a, ANDREASEN 1994). Ein weiterer nachteiliger Faktor ist die Strahlenbelastung durch wiederholt anzufertigende Röntgenaufnahmen, die bei konventioneller Endodontie notwendig sind.

Regelmäßig werden Verfärbungen der Zahnkronen beobachtet, die Folgebehandlungen (Bleaching, Veneers, Kronen) erfordern (EBELESEDER 1998, EBELESEDER 1997). Erfolgt die endodontische Behandlung sofort nach Replantation, so werden im apikalen Bereich vermehrt Ankylosen beobachtet (ANDREASEN 1966a, KOCH 1982). Da das parodontale Gewebe noch nicht geheilt ist, können applizierte aggressive Spüllösungen und Medikamente (z.B. Natriumhypochlorid, Kalziumhydroxid) via Foramen apicale aus dem Wurzelkanal austreten und das Parodontalgewebe schädigen (ANDREASEN 1981b). Wird die Behandlung so lange hinausgezögert, bis die Heilung im Parodont die Apikalregion soweit abschließt, daß die eingesetzten Reagenzien nicht mehr austreten und das Parodont schädigen können, sind die bereits nach wenigen Tagen etablierten infektionsbedingten Resorptionen so weit vorangeschritten, daß Zahnerhalt kaum mehr möglich ist. Als Kompromiß wird die Behandlung sieben bis zehn Tage nach Plantation vorgeschlagen (ANDREASEN 1994). Temporäre Infektion, (begrenzte) infektionsbedingte Resorption und (begrenzte) Schädigung durch Austritt von Reagenzien müssen in Kauf genommen werden.

Mit konventioneller endodontischer Therapie nach Zahntrauma werden teilweise sehr unbefriedigende Ergebnisse erzielt. So kommt es je nach Ausreifungsstadium der Zahnwurzel bei unreifen Zähnen innerhalb von vier Jahren in 28 bis 77 Prozent der Fälle zu Frakturen im zervikalen Wurzeldrittel. Etwa 2/3 der beobachteten Frakturen treten innerhalb des ersten Jahres auf (CVEK 1992). Trotz intensiver Betreuung der Verunfallten in spezialisierten Einrichtungen werden infektionsbedingte Resorptionen bei 25 bis 39,1 Prozent nach Avulsion replantierter Zähne beobachtet (ANDREASEN 1995a, KINIRONS 1999).

Wird die endodontische Behandlung dagegen während der extraoralen Phase, also sofort durchgeführt, können vorgenannte Nachteile verzögerter Therapie vermieden werden. Extraorale Therapie verhindert den Zutritt von Mikroorganismen in das Zahninnere, damit die Infektion und die infektionsbedingten Komplikationen (infektionsbedingte Resorption, Parodontitis apicalis) (ANDREASEN 1981b). Diese Beobachtung resultiert aus einem auf acht Wochen Beobachtungszeit begrenzten Tierversuch. In klinischer Studie werden nach konventionell-extraoraler endodontischer Behandlung infektionsbedingte Resorptionen

beobachtet. Die histologische Untersuchung der extrahierten Zähne ergab Residuen nekrotischen Pulpagewebes, die in direktem Zusammenhang mit der Lokalisation der Resorptionen standen (ANDREASEN 1966b). Offensichtlich konnte die konventionell-extraorale Wurzelkanalpräparation nicht ein vollständiges Entfernen der Gewebsreste sicherstellen.

Am Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Giessen ist wegen beschriebener Problematiken in den 70er Jahren ein neues Behandlungsverfahren zur sofortigen extraoralen endodontischen Behandlung (KIRSCHNER 1978) entwickelt worden. Die als extraorale Stiftinsertion oder auto-alloplastische Plantation bezeichnete Methode wurde mit Erfolg in verschiedenen Indikationen eingesetzt: nach Avulsion (KIRSCHNER 1996, POHL 1999), bei Transplantation von Prämolaren und Milcheckzähnen (KIRSCHNER 1996, POHL 2001), bei Transplantation von dilazierten Zähnen (FILIPPI 1998) sowie bei intentionaler Replantation von wurzelunreifen Inzisivi mit Pulpanekrose (POHL 1997, POHL 2000) und in der Behandlung von bereits ankylosierten Zähnen (FILIPPI 2001, FILIPPI 2002).

Für die gesamte endodontische Behandlung ist die Mitarbeit des Patienten nicht erforderlich. Weitere Vorteile betreffen die schnelle und effiziente Therapie, das sofortige Abschließen der Behandlung in einer Sitzung und die Reduktion von Kosten bei gleichzeitig adäquatem Zeithonorar für den Behandler.

Nach Amputation der Wurzelspitze wird der Wurzelkanal mit zylindrischen Bohrern von retrograd präpariert. Auf die Bohrerdurchmesser abgestimmte Keramik- und Titanstifte (Retro Post[®], Gebr. Brasseler/Komet, Lemgo) werden einzementiert und verschließen den Wurzelkanal hermetisch (KIRSCHNER 1978, KIRSCHNER 1996, KIRSCHNER 2002).

Die Empfindlichkeit parodontalen Gewebes gegen Austrocknen erfordert ein kontinuierliches Feuchthalten der Wurzeloberfläche während extraoraler Phase. Die empfohlenen Abbindezeiten eingesetzter Wurzelkanalzemente in Trockenheit können nicht abgewartet werden. In Einzelfällen wurden bei Kontrolluntersuchungen Lockerungen von Stiften beobachtet, die zu Folgebehandlungen führten. Das Ziel vorliegender Arbeit war,

mögliche Ursachen für das Auftreten von Stiftlockerungen zu ermitteln. Am vorhandenen Patientengut wurden zunächst die Häufigkeiten von Stiftlockerungen erfaßt, dazu spezielle Behandlungsparameter (Indikation, Stiftmaterial, Zementmaterial, Zeitpunkt der Beobachtung von Stiftlockerungen). Experimentelle Studien sollten erforderliche Auszugskräfte von einzementierten Stiften dokumentieren.

2. Material und Methode

2.1 Klinische Studie

Seit 1975 wird das Verfahren der extraoralen, retrograden Stiftinsertion in verschiedenen Indikationen angewandt (KIRSCHNER 1978). Für die vorliegende Untersuchung wurden retrospektiv Eintragungen in die Krankenakten sowie prä- und postoperativ angefertigte Röntgenbilder ausgewertet. Radiologische Kontrollen ergaben Aufschluß über Osteolysen, Wurzelresorptionen und Position bzw. Positionsänderung des inserierten Stiftes gegenüber den natürlichen Zahnhartsubstanzen. Klinische Parameter umfaßten Lockerungsgrad der Plantate, Palpations- und Perkussionsempfindlichkeit, Schmerzen und seit 1997 Periotestuntersuchungen. Aus den Eintragungen in die Krankenakten wurden Stiftdurchmesser, die Zementart und der Zeitpunkt der Beobachtung von eventuellen Stiftlockerungen entnommen.

2.2 Auszugsversuche

Extrahierte Zähne des Menschen wurden nach der Methode der extraoralen retrograden Stiftinsertion (KIRSCHNER 1978) mit einem Titanstift versorgt. Die Stifte wurden mit vier verschiedenen Zementen eingesetzt. Mit einer Universal-Prüfmaschine wurden Auszugsversuche durchgeführt, erforderliche Auszugskräfte gemessen und vergleichend ausgewertet.

2.2.1 Systematik

Frisch extrahierte Zähne des Menschen wurden bis zu baldiger Stiftinsertion in physiologischer Natriumhypochloridlösung aufbewahrt. Analog zu klinischer Behandlung sind drei bis fünf Millimeter der apikalen Zahnwurzelabschnitte mit einer außengekühlten diamantierten Trennscheibe abgesetzt worden. Anschließend konnten die Wurzeln von retrograd mit innengekühlten Bohrern von 2,5 Millimeter Durchmesser auf zehn Millimeter Länge freihändig aufbereitet werden (KIRSCHNER 1978). Die Trocknung der Wurzelkanäle geschah mit sterilisierten Papierspitzen. Die verschiedenen, nach Herstellerangaben angemischten Zementarten wurden bei 1200 Umdrehungen pro Minute mit einem Lentulo

von retrograd in den Wurzelkanal appliziert. Danach wurden die Titanstifte unter Drehen zehn Millimeter tief inseriert. Im Unterschied zu klinischem Vorgehen sind die 30 Millimeter langen Stifte vor dem Inserieren in den Wurzelkanal nicht gekürzt worden. Damit ergab sich ausreichende Länge zur sicheren Fixation in der Prüfmaschine (Abb. 1).



Abb.1: Zahn mit retrograd inseriertem, ungekürztem Titanstift

Überschüssiger Zement wurde mit Gazetupfern entfernt. Der Zahn wurde zwei Minuten ohne aktives Befeuchten an der Luft gehalten und dann für eine Woche in isotoner Kochsalzlösung aufbewahrt. Vorbereitend für die folgenden Auszugsversuche sind die Zahnkronen in parallelwandige Kunststoffblöcke eingebettet worden. Zunächst erfolgte das Herstellen von Gipsschlüsseln (Hartgips Klasse II). Diese dienten als Gußformen für Kunststoff (Kaltpolymerisat: Paladur, Heraeus Kulzer GmbH, Wehrheim/Ts, Deutschland). Der überstehende Anteil des Titanstiftes wurde in einem Halter eingespannt und das Präparat an einem Stativ frei schwebend aufgehängt. Die zentral in der Gußform hängende Zahnkrone wurde in Kunststoff eingebettet. Um während der Polymerisationsphase des Kunststoffes eine Erwärmung möglichst gering zu halten, sind die Kunststoffblöcke nach einer initialen Aushärtephase von fünf Minuten in physiologischer Kochsalzlösung gelagert

worden. Die Kunststoffblöcke mit den eingebetteten Zahnkronen wurden in die Spannbacken der Prüfmaschine (ZWICK 1454) eingespannt. Die Überstände der einzementierten Stifte wurden in einem Bohrmaschinenfutter fixiert, das mit einer Kette verschweißt war, die über eine Querstange an der Zugseite der Prüfmaschine fixiert wurde. Es erfolgten Auszugsversuche mit in Vorversuchen festgelegten Parametern.

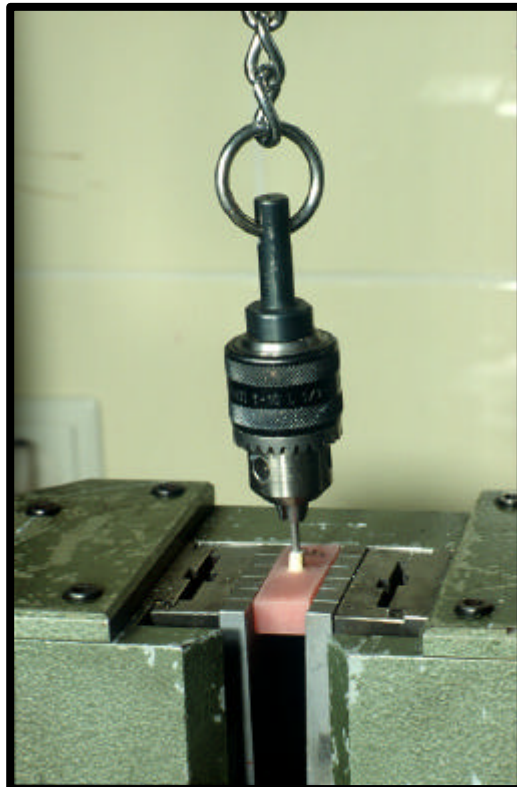


Abb.2: Eingespannter Versuchskörper in der ZWICK-Prüfmaschine

2.2.2 Vorversuche

Für Vorversuche galten folgende Prüfparameter:

- Prüfgeschwindigkeit: 20 Millimeter pro Minute
- Vorkraft: 5 Newton
- maximale Längenänderung: 20 Millimeter

An zehn Präparaten wurden mit diesen Parametern Auszugsversuche durchgeführt. Die Überprüfung der dabei erhobenen Ergebnisse ergab auswertbare Daten, so daß die Prüfparameter für die Hauptuntersuchung beibehalten werden konnten.

2.2.3 Hauptversuche

2.2.3.1 Untersuchungsgut

Für die Versuche wurden extrahierte Zähne des Menschen genutzt. Verwendung fanden nur Zähne, die einen annähernd runden Wurzelquerschnitt (obere Frontzähne und untere zweite Prämolaren) aufwiesen und allenfalls kleine Füllungen bzw. kariesbedingte Defekte zeigten. Unmittelbar nach Extraktion sind die Zähne in physiologischer Kochsalzlösung feucht gelagert worden. Nach Resektion mußte der Wurzeldurchmesser am Neoapex mindestens 2,8 Millimeter betragen. Der Wurzelkanal sollte auch koronal durch die Präparation mit den Bohrern vollständig erfaßbar sein.

2.2.3.2 Zementarten

Bei den getesteten Zementarten handelte es sich um:

- Ketac-Endo Aplicap (ESPE-Dental AG, D-82229 Seefeld)
- Sealapex (Kerr GmbH, D-76185 Karlsruhe)
- Diaket (ESPE-Dental-Medizin GmbH (Co KG, D-82229 Seefeld)
- Fixodont mit Jodoform (Fixodont: De Trey Dentsply, D-78467 Konstanz)
(Jodoform: Synopharm GmbH, D-22885 Barsbüttel)

Ketac-Endo Aplicap

Ketac Endo ist ein Glasionomermaterial, der in Mischkapseln geliefert wird und somit ein exaktes Pulver/Flüssigkeitsverhältnis bietet. Die Mischzeit im Hochfrequenzmischer bei 4300 Schwingungen pro Minute beträgt zehn Sekunden. Das Abbinden ab Mischbeginn beträgt bei 36°Celsius und 100 Prozent relativer Feuchtigkeit entsprechend dem Mundmilieu 26 Minuten.

Sealapex

Sealapex ist ein eugenolfreier Wurzelkanalfüllzement auf Kalziumhydroxidbasis. Basispaste und Katalysator werden in gleichen Mengen auf einer Glasplatte 15 Sekunden lang angemischt. Angemischtes Sealapex härtet in ca. 60 Minuten bis zu einer Schichtstärke von 0,5 Millimeter Dicke aus, bei geringerer Schichtdicke schneller.

Diaket

Diaket ist ein Mischpolymerisat. Das Mischungsverhältniss beträgt zwei kleine Tropfen Flüssigkeit (Dosierspender) und einen Dosierstab Pulver. Beides wird auf einer Glasplatte gründlich vermischt. Nach dem Anmischen bleibt Diaket auf der Mischplatte etwa sechs Minuten in verarbeitungsfähigem Zustand, bindet im Wurzelkanal jedoch rascher ab.

Fixodont mit Jodoform

Fixodont ist ein Zinkphosphatzement. Pulver und Flüssigkeit werden auf einer Glasplatte angemischt, bis eine cremige Konsistenz erreicht ist. Die Abbindezeit ab Mischende beträgt fünf bis acht Minuten. Vor dem Anmischen wird dem Pulver Jodoform zugesetzt. Jodoform ist ein gelbes mikrokristallines Pulver und in Wasser unlöslich.

2.2.3.3 Titanstift

Es werden Prototypen der Firma TIOLOX-Implants (Ispringen, Deutschland) verwendet. Dabei handelt es sich um kaltverformte (maschinengedrehte) Stifte aus Reintitan mit einem Durchmesser von 2,45 Millimeter und einer Länge von 30 Millimeter. Nach der Wurzelkanalpräparation mit dem Bohrer von 2,5 Millimeter Durchmesser verbleiben circa 0,025 Millimeter für den zirkulären Zementspalt.

Eine Hälfte der Stifte weist eine durch den Herstellungsprozess relativ glatte Oberfläche auf („as machined“). Die Oberfläche der anderen Stifte ist durch Bestrahlen mit Aluminiumoxid aufgeraut. Die Oberflächenrauigkeit beträgt 60 μ .

2.2.3.4 Versuchsgruppen

Jede Stiftart (maschinengedreht / aufgeraut) wird mit den vier Zementarten inseriert, somit resultieren acht Versuchsgruppen. Je Versuchsgruppe werden sechs Versuche durchgeführt, so daß sich insgesamt 48 Auszugsversuche ergeben.

2.2.3.5 Auszugsparmeter

Die Versuche wurden mit einer Universal-Prüfmaschine (ZWICK-Typ 1454) durchgeführt. Es ist eine Vorkraft (Fv) von 5 Newton gewählt worden, mit der sämtliche Versuchsreihen starteten. Eine maximale Längenänderung von 20 Millimetern wurde als Versuchsende definiert. Die Parameter Bruchkraft, Fmax und L bei Fmax wurden gemessen und durch

einen mit der Prüfmaschine verbundenen Computer edv-technisch erfaßt. Dabei zeigt L bei Fmax die jeweilige Strecke der Dehnung des Zementes an. Die Kraft, bei der der Bruch erfolgt, bezeichnet man als Bruchkraft und das Kraftmaximum der Prüfung als Fmax.

2.2.3.6 Zementhaftung am Stift

Nach Auszug der Stifte wurde die Fläche des inserierten Stiftanteils bestimmt, die mit Zement bedeckt war. Die Bestimmung erfolgte als Schätzung nach Augenmaß und wurde in folgende fünf Klassen unterteilt:

- | | |
|-----------|---|
| Klasse 1: | keine/äußerst geringe Zementbedeckung |
| Klasse 2: | etwa 25 Prozent Zementbedeckung |
| Klasse 3: | etwa 50 Prozent Zementbedeckung |
| Klasse 4: | etwa 75 Prozent Zementbedeckung |
| Klasse 5: | vollständige bzw. fast vollständige Zementbedeckung |

2.3 Statistik

Die statistische Beratung erfolgte durch Herrn Pabst im Institut für Medizinische Informatik der Justus-Liebig-Universität. Die zur Verfügung stehenden Zähne wurden anhand einer Randomisierungsliste in die verschiedenen Versuchsgruppen eingeteilt. Die

erhobenen Parameter:

- Fmax (N)
- Lmax (mm)
- Bruchkraft (N)

wurden auf einen Win 98 PC mit dem Programmpaket SPSS 10.0 statistisch ausgewertet. Es kamen die statistischen Verfahren der Varianzanalyse zum Einsatz. Die Irrtumswahrscheinlichkeit ist auf einen Wert kleiner als $p < 0,05$ festgelegt worden.

3. Ergebnisse

3.1 Klinische Studie

Krankenakten und Röntgenbilder von 97 Patienten, bei denen zwischen 1978 und 2001 Plantationen im Frontzahnbereich des Oberkiefers durchgeführt wurden, konnten ausgewertet werden. Insgesamt sind 123 Zähne nach extraoraler Stiftinsertion plantiert worden. Die postoperative Beobachtungszeit betrug $44 \pm 42,4$ Monate (Minimum drei Monate, Maximum 186,6 Monate). Bis 1996 wurden 67 Stifte aus Aluminiumoxidkeramik inseriert. Für diese betrug die durchschnittliche Beobachtungszeit $67 \pm 44,2$ Monate (Minimum 3 Monate, Maximum 186,6 Monate). Ab 1996 werden 56 Titanstifte (RetroPost® Gebr. Brasseler/Komet, Lemgo) eingesetzt. Die durchschnittliche Beobachtungszeit betrug $16,0 \pm 13,9$ Monate (Minimum drei Monate, Maximum 50,4 Monate).

Insgesamt ist es an fünf Replantaten von drei Patienten zu Stiftlockerungen gekommen (Tab. 1). Die Stiftlockerungen konnten radiologisch nach 1,3 bis 86,7 Monaten durch Positionsänderung des Stiftes im Verhältnis zu den Zahnsubstanzen beobachtet werden. Bei Patient 1 konnten über fünf Jahre vor der diagnostizierten Stiftlockerungen keine Kontrolluntersuchungen durchgeführt werden. In sämtlichen fünf Fällen bestand Parodontitis apicalis an wurzelunreifen, infizierten Zähnen. Im Zuge intentionaler autoalloplastischer Replantation wurden Keramikstifte inseriert. In drei Fällen ist Jodoformzement verwendet worden, in zwei Fällen fehlen die Eintragungen zur Zementart in der Patientenakte. Nach Folgebehandlungen (Entfernen der Stifte über parodontalen Zugang, temporäre Wurzelfüllungen mit Calciumhydroxid, erneute intentionale Replantation) sind sämtliche Zähne funktionsgerecht eingeeilt und dauerhaft erhalten worden.

Patient	1	1	2	3	3
Zahn	12	11	21	11	21
OP-Indikation	Ppc/Inf.	Ppc/Inf.	Ppc/Inf.	Ppc/Inf.	Ppc/Inf.
Alter OP	17,2	17,2	9,2	10,0	10,0
Operateur	1	1	1	2	2
OP-Erfahrung (Jahre)	3,2	3,2	5,9	15,2	15,2
Stiftmaterial	Keramik	Keramik	Keramik	Keramik	Keramik
Zement	Jodoform	Jodoform	Jodoform	unbekannt	unbekannt
Lockerung nach Monaten	86,7	86,7	15,5	1,3	1,3
Folgetherapie	Ca(OH) ₂ int. RI	Ca(OH) ₂ int. RI	Ca(OH) ₂ int. RI	Ca(OH) ₂	Ca(OH) ₂
Letzte Kontrolle	in situ o.B.	in situ o.B.	in situ o.B.	in situ o.B.	in situ o.B.
Beob.-dauer gesamt	56,7	86,7	51,8	144,7	144,7
OP-Jahr	1993	1993	1995	1986	1986

Tab.1: Stiftlockerungen an fünf Replantaten bei drei Patienten

3.2 Auszugsversuche

Die Auszugsversuche erfolgen bei einer Prüfgeschwindigkeit von 20 Millimeter pro Minute und einer Vorkraft von 5 Newton. Je Versuchsgruppe werden sechs Auszugsversuche durchgeführt. Es werden die Parameter F_{max}, L bei F_{max}, Bruchkraft und die Bedeckung der Stifte mit Zement bestimmt.

3.2.1 Sealapex - glatter Titanstift

Es werden Abzugskräfte F_{max}. von 172,5 bis 312,6 Newton gemessen. Der Mittelwert liegt bei 250,63 Newton. Die Länge L bei F_{max} beträgt zwischen 0,6 Millimeter und 1,9

Millimeter bei einem Durchschnittswert von 1,12 Millimeter. Die Bruchkraft beträgt 4,4 Newton bis 6,7 Newton. Vier Stifte waren zu 50 Prozent, zwei zu etwa 75 Prozent mit Zement bedeckt.

	minimal	maximal	Durchschnitts- wert	Standardab- weichung
F-max (N)	172,50	312,60	250,63	59,10
L bei F-max (mm)	0,60	1,90	1,12	0,58
Bruchkraft (N)	4,40	6,70	5,42	0,97

Tab. 2: Ergebnisse der Auszugsversuche nach Einsatz von Sealapex an glatten Titanstiften

3.2.2. Sealapex – angerauhter Titanstift

Die Abzugskraft F_{\max} liegt zwischen 232,6 und 349,70 Newton, im Mittel bei 295,42 Newton. Die Länge L bei F_{\max} beträgt zwischen 0,7 und 1,7 Millimeter und die Bruchkraft zwischen 4,8 und 7,6 Newton. Ein Stift von sechs inserierten Stiften ist zu 50 Prozent von Zement bedeckt, alle übrigen zu 75 Prozent.

	minimal	maximal	Durchschnitts- wert	Standardab- weichung
F-max (N)	232,60	349,70	295,42	44,58
L bei F-max (mm)	0,70	1,70	1,13	0,38
Bruchkraft (N)	4,80	7,60	6,20	0,98

Tab. 3: Ergebnisse der Auszugsversuche nach Einsatz von Sealapex an angerauhten Titanstiften

3.2.3. Fixodont – glatter Titanstift

Es werden Abzugskräfte von 298,7 bis 382,0 Newton gemessen bei einem Durchschnittswert von 324,33 Newton. Die Länge L bei Fmax beträgt 1,3 bis 3,2 Millimeter, die Bruchkraft 14,5 bis 21,8 Newton. Ein Stift ist zu etwa 25 Prozent mit Zement bedeckt, während die restlichen fünf Stifte keine Zementreste aufweisen.

	minimal	maximal	Durchschnitts- wert	Standardab- weichung
F-max (N)	298,70	382,00	324,33	32,01
L bei F-max (mm)	1,30	3,20	1,63	0,84
Bruchkraft (N)	14,50	21,80	16,65	2,72

Tab. 4: Ergebnisse der Auszugsversuche nach Einsatz von Fixodont an glatten Titanstiften

3.2.4. Fixodont – angerauhter Titanstift

Es werden Abzugskräfte von 332,2 bis 661,3 Newton gemessen, im Mittel 439,83 Newton. Werte für Länge Fmax liegen zwischen 1,3 und 3,4 Millimeter, bei einem Durchschnittswert von 1,82 Millimeter. Bezüglich der Bruchkraft werden die Werte 7,9 bis 12,5 Newton bestimmt. Vier Stifte weisen eine etwa 75 prozentige und zwei Stifte eine 100 prozentige Zementbedeckung auf.

	minimal	maximal	Durchschnitts- wert	Standardab- weichung
F-max (N)	332,20	661,30	439,83	117,50
L bei F-max (mm)	1,30	3,40	1,82	0,80
Bruchkraft (N)	7,90	12,50	9,52	1,76

Tab. 5: Ergebnisse der Auszugsversuche nach Einsatz von Fixodont an angerauhten Titanstiften

3.2.5. Diaket – glatter Titanstift

Die Abzugskräfte liegen zwischen 67,6 und 91,7 Newton, daraus resultierte ein durchschnittlicher Wert von 80,8 Newton. Die Länge bei F_{\max} liegt zwischen 0,4 und 0,9 Millimeter, im Mittel 0,6 Millimeter. Die Bruchkraft liegt sich zwischen 1,8 und 3,5 Newton. Fünf Stifte waren zu 100 Prozent mit Zement bedeckt, ein Stift zu etwa 75 Prozent.

	minimal	maximal	Durchschnitts- wert	Standardab- weichung
F-max (N)	67,60	91,70	80,8	10,40
L bei F-max (mm)	0,40	0,90	0,60	0,18
Bruchkraft (N)	1,80	3,50	2,48	6,64

Tab. 6: Ergebnisse der Auszugsversuche nach Einsatz von Diaket an glatten Titanstiften

3.2.6. Diaket – angerauhter Titanstift

Die Abzugskraft F_{\max} beträgt 123,6 bis 147,5 Newton, im Durchschnitt 135,93 Newton. Die Länge L bei F_{\max} liegt zwischen 0,7 und 2,0 Millimeter, bei der Bruchkraft werden Werte zwischen 3,4 und 5,3 Newton gemessen. Fünf Stifte waren zu 100 Prozent mit Zement bedeckt, ein Stift zu etwa 75 Prozent.

	minimal	maximal	Durchschnitts- wert	Standardab- weichung
F-max (N)	123,60	147,5	135,93	9,76
L bei F-max (mm)	0,70	2,00	1,32	0,47
Bruchkraft (N)	3,40	5,30	4,50	0,72

Tab. 7: Ergebnisse der Auszugsversuche nach Einsatz von Diaket an angerauhten Titanstiften

3.2.7. Ketac-Endo – glatter Titanstift

Die Abzugskraft F_{\max} liegt im Minimum bei 49,3 Newton und im Maximum bei 104,9 Newton. Es ergibt sich ein Durchschnittswert von 74,82 Newton. Bei der Länge L bei F_{\max} liegen die Werte zwischen 0,5 und 2,6 Millimeter und bei der Bruchkraft zwischen 1,9 und 6,9 Newton, im Mittel 4,67 Newton. Fünf Stifte weisen keine Zementanhaftung auf, ein Stift war zu etwa 25 Prozent mit Zement bedeckt.

	minimal	maximal	Durchschnitts- wert	Standardab- weichung
F-max (N)	49,30	104,90	74,82	20,17
L bei F-max (mm)	0,50	2,60	1,42	0,86
Bruchkraft (N)	1,90	6,90	4,67	1,71

Tab. 8: Ergebnisse der Auszugsversuche nach Einsatz von Ketac-Endo an glatten Titanstiften

3.2.8. Ketac-Endo – angerauhter Titanstift

Es werden Abzugskräfte zwischen 107,3 und 277,9 Newton gemessen, der Durchschnittswert liegt bei 162,2 Newton. Bei der Länge L bei F_{\max} liegen die Ergebnisse zwischen 0,5 und 3,0 Millimeter. Die Bruchkraft ergibt Werte von 3,7 bis 9,4 Newton, im Mittel 6,58 Newton. Zwei Stifte zeigen keine Zementreste, während drei Stifte zu etwa 25 Prozent und einer zu etwa 50 Prozent mit Zement bedeckt ist.

	minimal	maximal	Durchschnitts- wert	Standardab- weichung
F-max (N)	107,30	277,90	162,23	67,74
L bei F-max (mm)	0,50	3,00	1,55	1,08
Bruchkraft (N)	3,70	9,40	6,58	1,85

Tab. 9: Ergebnisse der Auszugsversuche nach Einsatz von Ketac-Endo an angerauhten Titanstiften

3.2.9 Zusammenfassende Darstellung

Die folgenden Tabellen und Graphiken stellen die Ergebnisse der experimentellen Untersuchung zusammenfassend dar.

Zemente	0%	25%	50%	75%	100%
Sealapex-glatte St.			4	2	
Sealapex- rauhe St.			1	5	
Fixodont-glatte St.	5	1			
Fixodont- rauhe St.				4	2
Diaket-glatte St.				1	5
Diaket- rauhe St.				1	5
Ketac-Endo - glatte St.	5	1			
Ketac-Endo -rauhe St.	2	3	1		

Tab.10: Nach den Auszugsversuchen bestimmter Anteil mit Zement bedeckter Stiftoberfläche (%) in Abhängigkeit von Zementart und Stifttyp.

Zemente	Stift	F-max (N)	L bei F-max (mm)	Bruchkraft (N)
Sealapex	Glatt	250,63 ± 59,1	1,12 ± 0,58	5,42 ± 0,97
Sealapex	Rauh	295,42 ± 44,58	1,13 ± 0,38	6,2 ± 0,98
Fixodont	Glatt	324,33 ± 32,01	1,63 ± 0,84	16,65 ± 2,72
Fixodont	Rauh	439,83 ± 117,50	1,82 ± 0,80	9,52 ± 1,76
Diaket	Glatt	80,80 ± 10,40	0,60 ± 0,18	2,48 ± 0,64
Diaket	Rauh	135,93 ± 9,76	1,32 ± 0,47	4,50 ± 0,72
Ketac-E.	Glatt	74,82 ± 20,17	1,42 ± 0,86	4,67 ± 1,71
Ketac-E.	Rauh	162,23 ± 68,74	1,55 ± 1,08	6,58 ± 1,85

Tab.11: Beobachtete Durchschnittswerte und Standardabweichungen von Fmax, L bei Fmax und Bruchkraft, in Abhängigkeit von Zementart und Stifttyp.

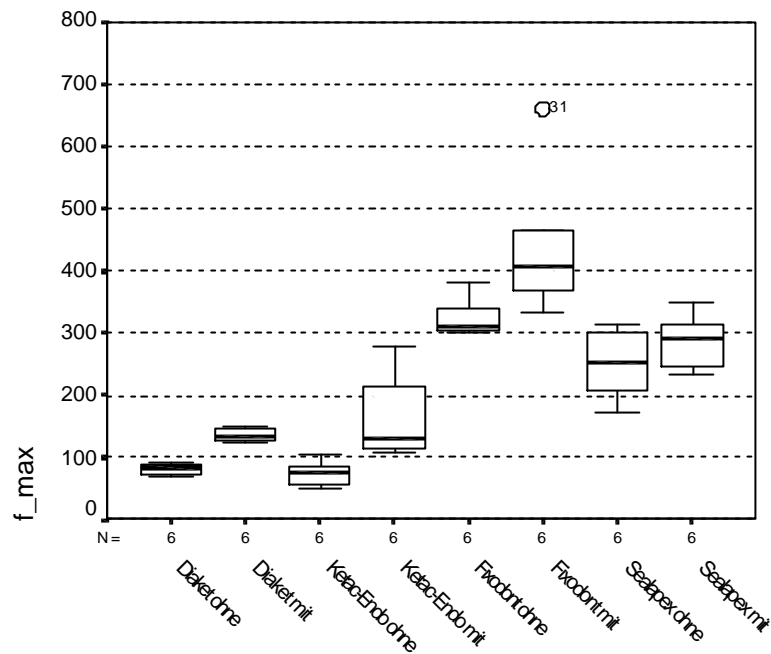


Abb.10: Boxplot Darstellung für den Messwert F max in Abhängigkeit von Zementart und Stiftoberfläche

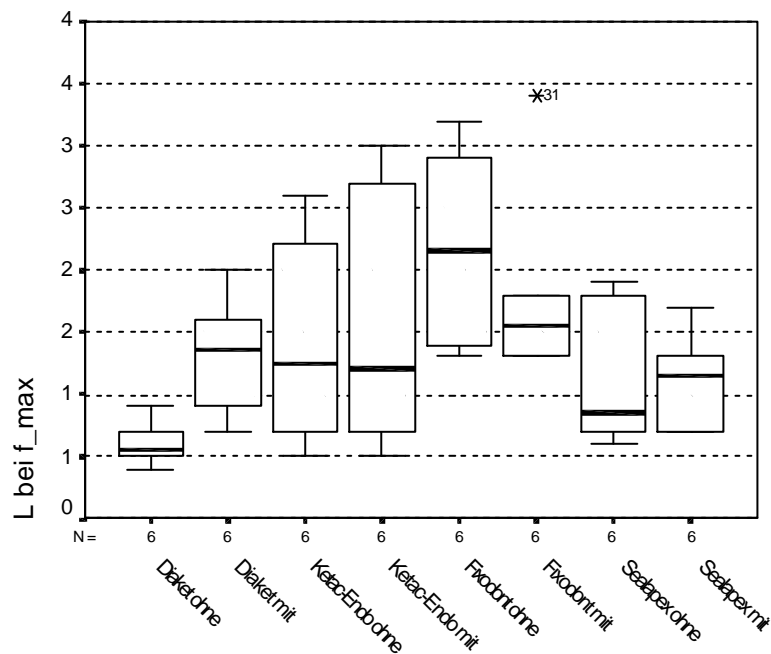


Abb.11: Boxplot Darstellung für den Messwert L bei F max in Abhängigkeit von Zementart und Stiftoberfläche

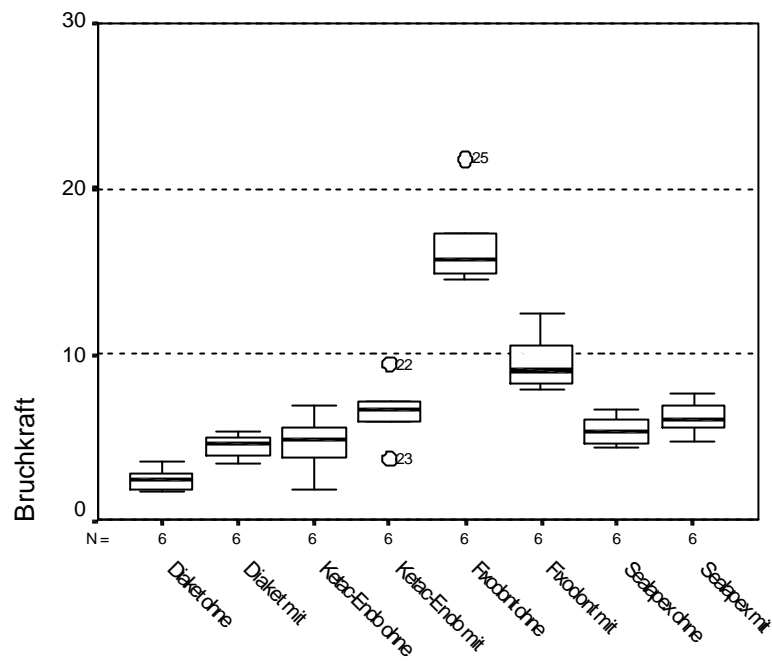


Abb.12: Boxplot Darstellung für den Messwert Bruchkraft in Abhängigkeit von Zementart und Stiftoberfläche

4. Diskussion

Re- und Transplantationen haben einen festen Stellenwert in der Zahnmedizin, insbesondere in der Behandlung von Kindern und Jugendlichen. Die Hauptindikation für Zahnreplantationen bzw. Zahntransplantationen sind Nichtanlagen von Zähnen sowie Behandlungen verletzter oder unfallbedingt verloren gegangener Zähne.

Unfallbedingte Verletzungen an bleibenden Zähnen, insbesondere im Kindes- und Jugendlichenalter, sind häufig. Es erleiden 20 bis 35 Prozent der Kinder und Jugendlichen bis zum 16. Lebensjahr traumabedingt Zahnschäden (ANDREASEN 1994, KIRSCHNER 1992, OBIJOU 1994, OBIJOU & KIRSCHNER 1996).

Für mittel- und langfristige Prognosen plantierter Zähne ist der Zustand von Parodontium wichtig. Insbesondere müssen Vitalität und Proliferationsfähigkeit von Zementoblasten gegeben sein. Schäden im Parodont, vornehmlich durch unphysiologisches extraorales Aufbewahren avulsierter Zähne, führen zu Ankylose und Ersatzresorption. Zahnverlust ist in diesen Fällen nach etwa vier bis zehn Jahren zu erwarten.

Inadäquate Aufbewahrung avulsierter Zähne während der extraoralen Phase führt innerhalb von 30 Minuten zu umfangreichem Zelluntergang im anhaftenden Restdesmodont. Demgegenüber können isolierte Zähne unter Erhalt von Zellvitalität und Proliferationsfähigkeit in spezialisierten Medien über mindestens 24 bis 48 Stunden gelagert werden (POHL 1994a, POHL 1994b, POHL 1997, POHL 1999). Das auf den Vitalerhalt von Desmodont- und Pulpazellen abgestimmte Medium ist in der Zahnrettungsbox Dentosafe enthalten (KIRSCHNER 1992, POHL 1994b). Der Zusatz von Konservierungsstoff und Protektmedium in zellkompatibler Konzentration zu dem Zellnährmedium erlaubt eine Haltbarkeit der ungeöffneten Zahnrettungsbox über drei Jahre bei Zimmertemperatur.

Heilungsvorgänge der Pulpa nach Plantation sind vornehmlich vom Stand der Wurzelentwicklung abhängig. Die Pulpa wurzelunreifer Zähne kann durch ein weites Foramen apicale wieder revaskularisiert werden (ANDREASEN 1994). Bei wurzelreifen Zähnen

(Foramen apicale < 1,3 Millimeter) ist eine Revaskularisation höchst unwahrscheinlich. Nekrotisches Pulpagewebe führt zu Parodontitis apicalis und durch Hinzutreten von Mikroorganismen zu Pulpagangrän und Parodontitis apicalis purulenta. Bei gleichzeitigen parodontalen Schäden - die im Zuge von Plantationen unvermeidbar sind - resultiert infektionsbedingte Resorption, die unbehandelt in kurzer Zeit zum Zahnverlust führt.

Durch konservativ-endodontische Therapie etwa sieben bis zehn Tage nach Plantation kann infektionsbedingte Resorption meist gestoppt und ausgeheilt werden. Der Therapiebeginn ist zeitkritisch, bereits kurzfristige Verzögerungen bedrohen den Zahnerhalt. Die Therapie selbst ist schwierig, zeitaufwendig und erfordert oft mehrere Zwischenschritte. Die vornehmlich jungen Patienten werden durch die Behandlung besonders belastet, die entstehenden Behandlungskosten sind hoch.

Durch extraorale endodontische Behandlung am isolierten Zahn vor Reimplantation können vorgenannte Nachteile vermieden werden. Auf konventionelle Weise von orthograd erfolgende Behandlung belässt häufiger Residuen von Pulpagewebe, die zu infektionsbedingten Komplikationen führen (ANDREASEN 1966b). Erkenntnisse von Langzeitbeobachtungen dokumentieren, daß Zähne, die extraoral von retrograd mit großvolumigen Stiften versorgt worden sind, keinerlei infektionsbedingte Komplikationen aufweisen (POHL 1997, POHL 2000). Offensichtlich wird durch die weitlumige Präparation das Pulpagewebe im Wurzelkanal vollständig entfernt. In den Untersuchungen wird nachgewiesen, daß die parodontale Heilung durch extraorale Behandlung unbeeinträchtigt ist.

In den Untersuchungsergebnissen werden 123 Zahnplantationen von 1978 bis 2001 dokumentiert. Mit Keramikstiften sind die Wurzelkanäle von 67 Zähnen gefüllt worden. In fünf Fällen ist es, überwiegend durch Wiederholungstrauma, zu Frakturen der Keramikstifte gekommen. Seit 1995 ist die Herstellung von Aluminiumoxidkeramikstiften eingestellt worden.

Weitere Komplikationen sind in Form von Stiftlockerungen aufgetreten. Diese wurden bisher nur bei Keramikstiften beobachtet. Drei als gelockert erkannte Stifte wurden mit

Jodoformzement einzementiert, für weitere zwei Stifte sind die verwendeten Zemente nicht mehr feststellbar.

Eine Erklärung für Lockerungen der Aluminiumoxidkeramikstifte könnte die im Vergleich zu Titanstiften glatte Oberfläche von Keramikstiften sein. Eine Überprüfung in den Auszugsversuchen ist nicht möglich gewesen, da Keramikstifte nicht mehr zur Verfügung standen. Immerhin kann ein Einfluß vermutet werden, da aufgerauhte Titanstifte höhere Auszugskräfte erforderten als nicht aufgerauhte. Verglichen mit maschinengedrehten Titanstiften ist die Oberflächenrauigkeit von Aluminiumoxidkeramik deutlich geringer. Auch in der klinischen Studie läßt sich ein direkter Vergleich der Ergebnisse (Stiftlockerung) zwischen Keramik- und Titanstiften nicht durchführen. Die durchschnittliche Beobachtungsdauer inserierter Keramikstifte beträgt 67 Monate, die der Titanstifte 16 Monate. Stiftlockerungen bei Keramikstiften treten nach durchschnittlich 38,3 Monaten auf; dieser Zeitraum übertrifft die durchschnittliche Beobachtungsdauer inserierter Titanstifte. Andererseits können Stiftlockerungen vor der Beobachtungsphase eingetreten sein. Dies betrifft insbesondere zwei Replantate, bei denen Stiftlockerungen erst nach 86 Monaten beobachtet werden konnten, nachdem sich die Patientin über fünf Jahre Nachuntersuchungen entzogen hat.

Gründe für operationstechnische Fehler können in ungenügender Trocknung der Wurzelkanäle oder unzureichendem Einzementieren der Stifte bestehen. Darüberhinaus sind Fehler bei der Verarbeitung der Zemente möglich. Vor allem bei der Verwendung von Jodoformzement erfolgt die Zugabe des Jodoformpulvers nach Augenmaß. Gefügebeeinträchtigung des Zementes sind nicht auszuschließen. So ist auffällig, daß bei drei gelockerten Stiften Jodoformzement eingesetzt wurde; für zwei weitere gelockerte Stifte fehlen exakte Eintragungen über die Zementart in der Krankenakte. In dieser Zeit ist bei Replantation Jodoformzement regelmäßig eingesetzt worden. Jodoformzement wird seit mehreren Jahren nicht mehr eingesetzt. Für Verarbeitungsfehler oder beschriebene Materialproblematik spricht, daß in zwei Fällen Stiftlockerungen an jeweils zwei zeitgleich durchgeführten autoalloplastisch replantierten Zähnen aufgetreten sind.

Stiftlockerungen wurden nur bei wurzelunreifen Zähnen nach intentionaler Replantation beobachtet. Der Behandlung dieser Zähne ist präoperativ Infektion (Pulpagangrän) vorausgegangen. Eine damit verbundene hohe Dentinfeuchte kann das Abbinden der Zemente über die gesamte Stiftlänge und auf Dauer beeinträchtigt oder unterbunden haben. Infizierte Zähne ohne ausreichende endodontische Vorbehandlung weisen nach intentioneller Replantation gehäuft infektionsbedingte Komplikationen auf (POHL 1997, POHL 2000). Die inzwischen umgestellte Behandlungsmethodik umfaßt desinfizierende temporäre Wurzelfüllungen vor der Plantationstherapie. Zu diesem Zweck eingesetztes Calciumhydroxid führt außerdem zur Trocknung von Wurzelentin.

Eine Beeinflussung des Abbindeverhaltens der Zemente durch frühen Feuchtigkeitszutritt über die apicale Expositionsfläche scheint eher unwahrscheinlich. Die inserierten Stifte sind außerordentlich paßgenau. Die Zementschicht beträgt zirkulär etwa 0,025 Millimeter. Es kann angenommen werden, daß die das Plantat umgebende Feuchtigkeit den Abbindevorgang kaum beeinträchtigt. Entsprechend sind im experimentellen Teil der Studie hohe Auszugskräfte gemessen worden.

In besonderen Fällen der Transplantation dilazierter Zähne (FILIPPI 1998) werden Stifte in sehr kurze Zahnwurzelabschnitte inseriert von etwa zwei bis drei Millimeter Länge. Auch in diesen Fällen sind bisher keine Stiftlockerungen beobachtet worden. Bei den intentionellen Replantationen mit Stiftlockerungen handelt es sich um Zähne mit größeren Wurzellängen, die eine Stiftfixierung über zehn Millimeter und mehr ermöglichten. Eine zu kurze Fixationstrecke als mögliche Ursache für Stiftlockerungen kann weitgehend ausgeschlossen werden.

Letzlich kommen mehrere Gründe für Stiftlockerungen in Frage. Tatsächliche Ursachen lassen sich nicht aus dem vorhandenen Datenmaterial ableiten. Durch aktuelle Behandlungsempfehlungen zu Methodik und Materialverwendung werden mögliche Fehlerquellen bzw. Probleme vermieden. Die Verwendung von Sealern mit festen Mischungsverhältnissen durch Portionierhilfen vermeidet Gefügebeeinträchtigungen der Zemente. Vor intentioneller Plantation pulpatoter Zähne führt die temporäre Anwendung von Calciumhydroxid unter anderem auch zur Trocknung der Wurzelkanäle. Der Einsatz

oberflächenrauer Titanstifte begünstigt im Vergleich zu oberflächenglatten Stiften den zementfesten Halt der Stifte in Wurzelkanälen. Voraussetzung ist ausreichende Zementbeschichtung.

Plantierte Zähne werden für mindestens eine Woche geschient. Die Schienung reduziert die Mobilität des plantierten Zahnes, hebt sie aber nicht völlig auf. Nach Abnahme des Schienenverbandes sind plantierte Zähne der Mastikation ungeschützt ausgesetzt. Die Zementverbindung zwischen Wurzel und Stift wird voll belastet. Spätestens dann muß eine ausreichende Festigkeit der Zemente gegeben sein. Aus diesem Grund erfolgen die experimentellen Stiftauszugsversuche nach angegebener Zeit.

In klinischer Situation kann eine bei den Auszugsversuchen vergleichbare Belastung nicht entstehen, da Zugkräfte der genannten Größe auf den Zahn nicht einwirken. Die klinisch einwirkenden typischen horizontalen Auslenkungen der Zähne werden im Experiment nicht nachvollzogen. Auftretende Kräfte, die die Zahn-Stift-Verbindung klinisch belasten, sind angenommen erheblich geringer als die experimentell gemessenen Auszugskräfte. Die Stifte werden nicht knöchern fest, sondern bindegewebig eingeschieden und nehmen daher an den typischen belastungsbedingten Exkursionen der Zähne teil, auftretende Scherkräfte zwischen Zahn und Stift sind als gering anzunehmen. Durch klinisch auftretende dauernde Be- und Entlastung kann es zur Ermüdung und zum Versagen der Zementverbindung kommen. Dies kann zementabhängig sein. Im eigenen Experiment wurde eine solche Dauerbelastung nicht nachvollzogen.

Wesentlich für erfolgreiches komplikationsloses Einheilen nach Plantation ist der extraorale Vitalerhalt parodontaler Zellen. Bereits nach wenigen Minuten trockener Lagerung isolierter Zähne beginnen Zellnekrosen im Restdesmodont. Hervorragende Notwendigkeit während der extraoralen Behandlung zu plantierender Zähne ist deshalb permanentes Feuchthalten der Wurzeloberfläche, mit isotoner Natriumchloridlösung oder besser speziellem Zellnährmedium. Nur während einer kurzen Zeit des Trocknens des präparierten Wurzelkanals, der Applikation von Sealer, der Insertion des Stiftes und des Abwartens einer initialen Abbindephase erfolgt kein aktives Befeuchten der Wurzeln. Nach klinischer Erfahrung kann nach etwa zwei bis drei Minuten das Befeuchten der Wurzeloberfläche

fortgesetzt werden. Vor Plantation werden die Zähne noch einmal zehn bis 20 Minuten im Zellnährmedium gelagert.

Entsprechend ist in den Experimenten verfahren worden. Nach Zementieren des Stiftes wurde eine zweiminütige initiale Abbindephase abgewartet. Danach erfolgte die Eingabe in Natriumchloridlösung, in der die stiftversorgten Zähne bis zu den Auszugsversuchen eine Woche verblieben sind. Trotz deutlichem Unterschreiten der empfohlenen Abbindedauer haben sich nach einer Woche Feuchtlagerung der versorgten Zähne recht hohe Werte für die Auszugskräfte der Stifte ergeben. Dies deutet darauf hin, daß trotz des frühen Feuchtigkeitszutritts die Zemente ausreichende Festigkeit erreichen. Wesentlich dürfte die geringe Expositionsfläche von Zement zu dem Lagerungsmedium sein. Entlang des in der Wurzel vor Feuchtigkeitszutritt geschützten Stiftanteils kommt es offensichtlich zu weitgehend ungestörtem Abbinden der Zemente. Ob und wie weitreichend gewisse Gefügebeeinträchtigungen der Zemente eintreten, konnte in durchgeführten Untersuchungen nicht bestimmt werden.

Die gemessenen unterschiedlichen Auszugskräfte entsprechen den eingesetzten Zementen. Fixodont erfordert circa vierfach höhere Auszugskräfte als Diaket und Ketac-Endo. Ähnliches wird für die Längenänderung (L bei F_{max}) bis zum Bruch beobachtet. Das Verwenden aufgerauhter Titanstifte führte bei sämtlichen Materialien zu erhöhten Auszugskräften. Es zeigen sich für jedes Material deutlich mehr Zementreste an den gezogenen rauhen Stiften als an glatten. Diaket muß als Ausnahme angesehen werden, es weist an glatten und rauhen Stiften vergleichbare Zementabdeckungen auf.

In klinischer Studie kommt es bei Verwendung von maschinengedrehten Titanstiften und dem Einsatz von Diaket bisher nicht zu Stiftlockerungen. Offensichtlich sind die gemessenen Auszugskräfte von minimal etwa 80 Newton ausreichend, den auftretenden Auszugs-, und auch Scherkräften zu widerstehen. Der Einsatz oberflächenrauer Titanstifte für die Stiftinsertion bei Re- und Transplantationen ist demnach nicht erforderlich. Rauhe Stiftoberfläche würde ein Entfernen überschüssiger Zementreste erschweren.

Der erfolgreiche klinische Einsatz von Zementen wie zum Beispiel Diaket mit im Experiment gemessenen geringeren Abzugskräften bedeutet, daß die Auswahl in der Klinik

eingesetzter Zemente nicht in Abhängigkeit von den experimentellen gemessenen Abzugswerten gesehen werden muß. Entscheidungsgrundlage für die Verwendung eines bestimmten Zementes sollten daher andere Eigenschaften wie zum Beispiel Toxizität und Gewebeverträglichkeit, Löslichkeit und Anwendungsfreundlichkeit sein.

5. Zusammenfassung

In einer klinischen Studie wurden in einem ersten Versuchsabschnitt Häufigkeit und Ursachen von Stiftlockerungen im Zeitraum von 1978 bis 2001 am Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Giessen bestimmt. Insgesamt sind 123 Zähne (von 97 Patienten) nach extraoraler Stiftinsertion plantiert worden. Davon waren 67 Stifte aus Aluminiumoxidkeramik und 56 aus Titan. Für die Befunderhebung standen Krankenakten und Röntgenaufnahmen der betroffenen Zähne zur Verfügung. Bei einer durchschnittlichen Beobachtungszeit für Aluminiumoxidkeramikstifte von 67 ($\pm 44,2$) Monaten und bei den Titanstiften von 16 ($\pm 13,9$) Monaten wurde beobachtet, dass fünf Keramikstifte gelockert waren. In allen diesen Fällen bestand präoperativ Parodontitis apicalis an wurzelunreifen, infizierten Zähnen. In drei von fünf Fällen ist Jodoformzement verwendet worden, während bei den anderen beiden Stiftlockerungen keine Eintragungen zur Zementart in der Krankenakte gemacht worden sind.

Gründe für Stiftlockerungen lassen sich nur vermuten. Neben Verarbeitungs- und Behandlungsfehlern (Anmischverhältnis, applizierte Zementmenge) kommen materialtechnische (Stiftmaterial) sowie indikationsbezogene (intentionelle Replantation endodontisch infizierter Zähne) Faktoren in Betracht. Zwischenzeitliche Umstellungen in Behandlungsmethodik und Materialverwendung vermeiden einen Großteil vorgenannter Unsicherheiten.

Im zweiten Teil der Untersuchungen wurden an insgesamt 48 extrahierten Zähnen des Menschen die zementfeste Haftung von Wurzelstiften bei auto- alloplastischer Zahnplantation gemessen und ausgewertet. Dazu wurden Titanstifte (jeweils maschinengedreht/aufgerauht) mit vier verschiedenen Zementen eingesetzt. Nach einer Aushärtungsphase von einer Woche wurde an der ZWICK-Prüfmaschine 1454 die Parameter Bruchkraft, F_{max} und L bei F_{max} gemessen. Abschließend wurde an den Titanstiften die Zementabdeckung nach Augenmaß beurteilt. Alle vier Zementarten (Diaket, Sealapex, Ketac und Fixodont) weisen weitestgehend vergleichbare Ergebnisse

auf. Grundsätzlich zeigten angeraute Titanstifte höhere Abzugskräfte und größere Zementabdeckung.

Der Einfluss der eingesetzten Zemente auf Auszugswerte und Zementabdeckung war erheblich. Der Zement mit den geringsten Auszugskräften (Diaket) wurde klinisch erfolgreich eingesetzt, ohne dass Stiftlockerungen beobachtet wurden.

Die Entscheidung zum Einsatz eines Zementes bei extraoraler retrograde Stiftinsertion sollte nicht anhand von Auszugsversuchen erfolgen.

6. Literaturverzeichnis

1. Andreasen, J. O. (1981a) Relationship between cell damage in the periodontal ligament after replantation and subsequent development of root resorption. A time-related study in monkeys. *Acta Odontol Scand* **39**, 15-25.
2. Andreasen, J. O. (1992) *Atlas of replantation and transplantation of teeth*. 1 edition. Fribourg: Mediglobe SA.
3. Andreasen, J. O. & Andreasen, F. M. (1994) *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. 3 edition. Copenhagen: Munksgaard.
4. Andreasen, J. O., Borum, M. K., Jacobsen, H. L. & Andreasen, F. M. (1995a) Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 1. Diagnoses of healing complications. *Endod Dent Traumatol* **11**, 51-58.
5. Andreasen, J. O., Borum, M. K., Jacobsen, H. L. & Andreasen, F. M. (1995b) Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 2. Factors related to pulpal healing. *Endod Dent Traumatol* **11**, 59-68.
6. Andreasen, J. O. & Hjørting-Hansen, E. (1966a) Replantation of teeth. I. Radiographic and clinical study of 110 human teeth replanted after accidental loss. *Acta Odontol Scand* **24**, 263-286.
7. Andreasen, J. O. & Hjørting-Hansen, E. (1966b) Replantation of teeth. II. Histological study of 22 replanted anterior teeth in humans. *Acta Odontol Scand* **24**, 287-306.
8. Andreasen, J. O. & Hjørting-Hansen, E. (1970) Replantation and autotransplantation of teeth. *Trans Int Conf Oral Surg* 430-433.
9. Andreasen, J. O. & Kristerson, L. (1981b) The effect of extra-alveolar root filling with calcium hydroxide on periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. *J Endod* **7**, 349-354.
10. Andreasen, J. O., Paulsen, H. U., Zhijie, Y., Ahlquist, R., Bayer, T. & Schwartz, O. (1990) A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part I-IV. *Eur J Orthod* **12**, 3-50.
11. Axhausen, G. (1937) Die histologischen Gesetze der Wiedereinheilung replantierter Zähne. *Dtsch Zahn-Mund-Kieferheilkunde* **4**, 169-178.
12. Axhausen, G. (1948) Ein Beitrag zur Zahnreplantation. *Zahnärztl Welt* **5**, 130-132.
13. Blomlöf, L. (1981a) Milk and saliva as possible storage media for traumatically exarticulated teeth prior to replantation. *Swed Dent J Suppl* **8**, 1-26.

14. Blomlöf, L., Lindskog, S., Andersson, L., Hedstrom, K. G. & Hammarström, L. E. (1983) Storage of experimentally avulsed teeth in milk prior to replantation. *J Dent Res* **62**, 912-916.
15. Blomlöf, L., Otteskog, P. & Hammarström, L. E. (1981b) Effect of storage in media with different ion strengths and osmolalities on human periodontal ligament cells. *Scand J Dent Res* **89**, 180-187.
16. Cvek, M. (1992) Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol* **8**, 45-55.
17. Ebeleseder, K., Friehs, S., Ruda, C., Pertl, C., Glockner, K. & Hulla, H. (1998) A study of replanted permanent teeth in different age groups. *Endod Dent Traumatol* **14**, 274-278.
18. Ebeleseder, K. A., Friehs, S., Ruda, C., Hulla, H., Glockner, K. & Pertl, C. (1997) Replantation totalluxierter unreifer bleibender Zähne. Durchschnittliche 2,5-Jahres-Ergebnisse in 39 Fällen. *Mund Kiefer Gesichtschir* **1**, 340-345.
19. Filippi, A., Pohl, Y. & Tekin, U. (1998) Transplantation of displaced and dilacerated anterior teeth. *Endod Dent Traumatol* **14**, 93-98.
20. Filippi, A., Pohl, Y. & von Arx, T. (2001) Treatment of replacement resorption with Emdogain - preliminary results after 10 months. *Dent Traumatol* **17**, 134-138.
21. Filippi, A., Pohl, Y. & von Arx, T. (2002) Treatment of replacement resorption with Emdogain® - a prospective clinical study. *Dent Traumatol* **18**, 138-143.
22. Glendor, U., Halling, A., Andersson, L., Andreasen, J. O. & Klitz, I. (1998) Type of treatment and estimation of time spent on dental trauma - a longitudinal and retrospective study. *Swed Dent J* **22**, 47-60.
23. Glendor, U., Halling, A., Bodin, L., Andersson, L., Nygren, A., Karlsson, G. & Koucheiki, B. (2000) Direct and indirect time spent on care of dental trauma: a 2-year prospective study of children and adolescents. *Endod Dent Traumatol* **16**, 16-23.
24. Hammer, H. (1937) Der histologische Vorgang bei der Zahnreplantation nach Vernichtung der Wurzelhaut. *Dtsch Zahnärztl Z* **4**, 179-187.
25. Hammer, H. (1950) Die Zahnrückpflanzung. *Dtsch Zahnärztl Z* **5**, 637-650.
26. IDZ: Gründe für Zahnverlust in den neuen Bundesländern. Eine epidemiologische Feldstudie in den Jahren 1994/95. IDZ 1-9 (1995).

-
27. Kinirons, M. J., Boyd, D. H. & Gregg, T. A. (1999) Inflammatory and replacement resorption in reimplanted permanent incisor teeth: a study of the characteristics of 84 teeth. *Endod Dent Traumatol* **15**, 269-272.
 28. Kirschner, H. (1996) *Atlas der chirurgischen Zahnerhaltung*. 2 edition. München: Hanser.
 29. Kirschner, H., Bolz, U., Enomoto, S., Hüttemann, R. W., Meinel, W. & Sturm, J. (1978) Eine neue Methode kombinierter auto-alloplastischer Zahnreplantation mit partieller Al₂O₃-Keramikwurzel. *Dtsch Zahnärztl Z* **33**, 594-598.
 30. Kirschner, H., Burkard, W., Pfütz, E., Pohl, Y. & Obijou, C. (1992) Frontzahntrauma. Aufbewahrung und Behandlung des verunfallten Zahnes. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* **102**, 209-214.
 31. Kirschner, H., Pohl, Y., Filippi, A. & Ebeleseder, K. (2002) *Unfallverletzungen der Zähne. Vorbeugen - Retten - Behandeln*. 1 edition. Hannover: Schlütersche.
 32. Koch, G. & Ullbro, C. (1982) Klinisk funktionstid hos 55 exartikulerade och replanterade tänder. *Tandläkartidningen* **74**, 18-25.
 33. KZBV: Statistische Basisdaten zur vertragszahnärztlichen Versorgung. KZBV 34-39 (1995)
 34. Obijou, C. (1994) *Frontzahntrauma. Eine epidemiologische Studie in Giessen*. Giessen.
 35. Obijou, C. & Kirschner, H. (1996) Epidemiologie der Frontzahnverletzungen. In *Atlas der chirurgischen Zahnerhaltung*, ed. Kirschner, H. pp. 96-98. München: Hanser.
 36. Paulsen, H. U., Andreasen, J. O. & Schwartz, O. (1995) Pulp and periodontal healing, root development and root resorption subsequent to transplantation and orthodontic rotation: a long-term study of autotransplanted premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **108**, 630-640.
 37. Pohl, Y. (1994a) *Autoradiographische Untersuchungen zur Erfassung von Zellneubildung im Restdesmodont isolierter Zähne des Menschen*. Giessen.
 38. Pohl, Y., Filippi, A. & Kirschner, H. (2001) Auto-alloplastic transplantation of a primary canine after traumatic loss of a central permanent incisor. *Dent Traumatol* **17**, 188-193.
 39. Pohl, Y., Filippi, A. & Kirschner, H. (2003) Extraoral endodontic treatment by retrograde insertion of posts – a long-term study on re- and transplanted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **95**, 355-63 (2003).

40. Pohl, Y., Filippi, A. & Kirschner, H. (2003) Results after replantation of avulsed permanent teeth. II. Periodontal healing and the role of physiologic storage and antiresorptive-regenerative therapy (ART). Anonymous (2003).
41. Pohl, Y., Filippi, A. & Kirschner, H. (2003) Results after replantation of avulsed permanent teeth. I. Endodontic considerations. Anonymous (2003).
42. Pohl, Y., Filippi, A. & Kirschner, H. (2003) Results after replantation of avulsed permanent teeth. III. Tooth loss and survival analysis. Anonymous (2003).
43. Pohl, Y., Filippi, A., Tekin, U. & Kirschner, H. (2000) Periodontal healing after intentional auto-alloplastic reimplantation of injured immature upper front teeth. *J Clin Periodontol* **27**, 198-204.
44. Pohl, Y. & Kirschner, H. (1994b) Autoradiographische Untersuchungen zur Erfassung von Zellneubildung im Restdesmodont isolierter Zähne des Menschen. *Dtsch Z Mund Kiefer GesichtsChir* **18**, 224-227.
45. Pohl, Y. & Kirschner, H. (1997) Nachuntersuchungen zur intentionalen auto-alloplastischen Reimplantation pulpatoter wurzelunreifer Frontzähne. *Dtsch Zahnärztl Z* **52**, 180-185.
46. Pohl, Y., Tekin, U., Boll, M., Filippi, A. & Kirschner, H. (1999) Investigations on a cell culture medium for storage and transportation of avulsed teeth. *Aust Endod J* **25**, 70-75.
47. Slagsvold, O. & Bjercke, B. (1974) Autotransplantation of premolars with partly formed roots. A radiographic study of root growth. *Am J Orthodont* **66**, 355-366.
48. Slagsvold, O. & Bjercke, B. (1978a) Applicability of autotransplantation in cases of missing upper anterior teeth. *Am J Orthodont* **74**, 410-421.
49. Slagsvold, O. & Bjercke, B. (1978b) Indications for autotransplantation in cases of missing premolars. *Am J Orthodont* **74**, 241-257.
50. Söder, P. Ö., Otteskog, P., Andreasen, J. O. & Modeer, T. (1977) Effect of drying on viability of periodontal membrane. *Scand J Dent Res* **85**, 164-168.

Lebenslauf

Thomas Ouzounis

Geburtsdatum: 06.11.72

Geburtsort: Weilburg

Familienstand: verheiratet

Kinder: Grigori-Luka Ouzounis

Staatsangehörigkeit: griechisch

Eltern: Grigorios Ouzounis

Chrisoula Ouzounis, geborene Kouneli

Geschwister: Chrisi Ouzounis

Schulausbildung: 1979 – 1983 Geschwister-Scholl-Schule-Wetzlar
1983 – 1989 August-Bebel-Gesamtschule-Wetzlar
1989 – 1992 Gymnasiale-Oberstufe-Wetzlar

Berufsausbildung: 1992 – 1993 Studium der Rechtswissenschaft an der
Justus-Liebig-Universität-Giessen
1993 - 1999 Studium der Zahnheilkunde an der
Justus-Liebig-Universität-Giessen

Berufstätigkeit: 10.01.2000 – 31.12.2000
Ausbildungsassistent in Wetzlar, Praxis Aslanidis

01.01.2001 – 19.01.2002
Ausbildungsassistent in Herborn, Praxis Dr. Wagner

01.02.2002 – 31.12.2002
Gemeinschaftspraxis Jafari & Ouzounis in Babenhausen

seit 01.01.03
Gemeinschaftspraxis Dr. d`Orville & Ouzounis in Dieburg

Danksagung

Zu danken habe ich Herrn Professor Dr. H. Kirschner, ehem. Leiter der Abteilung Oralchirurgie und Zahnärztliche Poliklinik am Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Giessen für das Überlassen des interessanten Themas und die intensive Betreuung.

Ferner gilt mein besonderer Dank Herrn Dr. Pohl für die Anregung und die hilfreiche Unterstützung und Gesprächsbereitschaft bei Problemlösungen zur Durchführung dieser vorliegenden Dissertation.

Herrn Bethge danke ich für die freundliche Hilfe bei der Erstellung der Photos. Dank sagen möchte ich ebenfalls Herrn Pabst für die statistische Auswertung.

Darüber hinaus möchte ich mich herzlichst bei meiner Frau und meinem Sohn (Grigori-Luka) für Ihr Verständnis und die tatkräftige Unterstützung, sowie meiner Familie für Ihre Nachsicht danken.

Summary

In a clinical study frequency and causes were determined for loosening of posts extraorally inserted into the root canal of teeth to be replanted in the period from 1978 to 2001 at the medical center for dentistry at the university of Giessen. In total 123 teeth (in 97 patients) were planted after extraoral inserion of posts. Of these 67 posts were made of aluminum-oxide-ceramics and 56 were made of titanium. For the data acquisition patients' documents and radiographs of the teeth were evaluated. The average observation period for ceramic posts was 67 (+/- 44.2) months and for titanium posts it was 16 (+/- 13.9) months. Five ceramic posts were loosened. In all these cases the preoperative diagnosis was apical periodontitis in immature and and endodontically infected teeth. In three of these five cases Jodoform-cement was used, while in the other two cases the type of the cement was not documented. Reasons for loosening of posts can only be speculated on. Apart from malpractice (mixing of cement, insufficient quantitiy of applied cement) material related (post material) as well as indication-related factors (intentional replantation of endodontically infected teeth) may be taken into account. In the meantime introduced changes in treatment modalities and materials should avoid most of the aforementioned uncertainties.

In the second part of the investigation in total 48 extracted teeth of humans were used to determine the adhesion of posts cemented into root canals. Titanium posts with surfaces as machined as well as roughened were inserted with four different cements. After a setting phase of one week the parameters breaking force, F_{max} and length ant F_{max} were measured during extrusion tests in a Zwick machine 1454. After complete extrusion the amount of cement covering the posts was visually estimated. Roughened titanium posts showed higher extrusion forces and higher cemental coverage. The influence of the used cements on extrusion forces and cemental coverage was substancial. However the cement with the lowest extrusion forces (Diaket) was clinically successful without observation of loosening of posts. In vitro extrusion studies should not be decisive for the selection of cements used for extraoral retrograde insertion of posts.

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität in Giessen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2004

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1st Edition 2004

© 2004 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, WETTENBERG
Printed in Germany



VVB LAUFERSWEILER VERLAG
édition scientifique

GLEIBERGER WEG 4, D-35435 WETTENBERG
Tel: 06406-4413 Fax: 06406-72757
Email: VVB-IPS@T-ONLINE.DE

www.doktorverlag.de